

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-202671

(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.CI.

G10K 11/16  
H04R 3/02

(21)Application number : 05-000514

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.01.1993

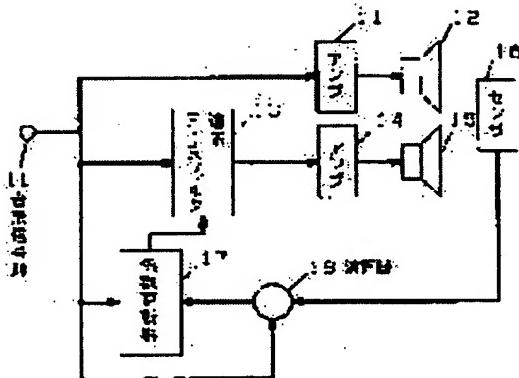
(72)Inventor : NAKAMURA KAZUHIRO  
MIYAGAWA TAKESHI

## (54) ACOUSTIC DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress resonance in a room by updating the coefficient of an adaptive FIR filter by a coefficient updating unit so that the difference between a musical sound signal detected by a sensor in the room and the musical sound signal of a musical sound signal source is minimized.

**CONSTITUTION:** The sound signal from a speaker 15 and the musical sound signal which is radiated by a speaker 12 and is accompanied by resonance in the room are detected by the sensor 16 installed in the room. The output signal of the sensor 16 and the input signal from the musical sound signal source 10 are inputted to an arithmetic unit 18 respective to calculate their difference. The coefficient updating unit 17 updates the coefficient of the adaptive FIR filter 13 on the basis of the signal from the musical sound signal source 10 and the arithmetic result of the arithmetic unit 18 so that the value calculated by the arithmetic unit 18 approximates zero, and radiates a sound signal for suppressing the resonance in the room. The output signal of the sensor 16 and the input signal from the musical sound signal source 10 enter equal states by the radiation of the sound signal to suppress the resonance in the room.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-202671

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 10 K 11/16  
H 04 R 3/02

識別記号 H 9178-5H  
厅内整理番号 7346-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-514

(22)出願日 平成5年(1993)1月6日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 中村 一啓  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 宮川 猛  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

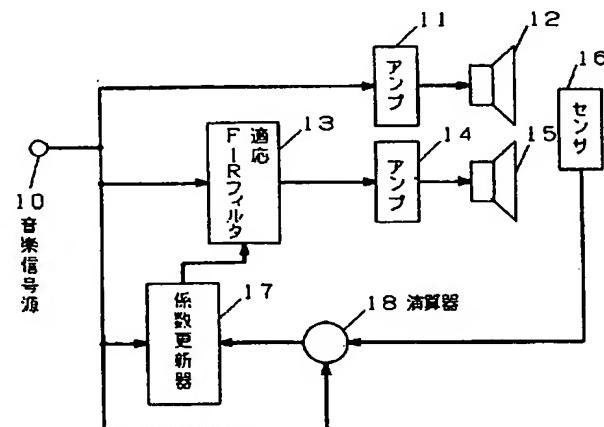
(74)代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

(54)【発明の名称】 音響装置

(57)【要約】

【目的】 室内の共鳴を抑圧する。

【構成】 室内に設置されたセンサ16によって検出された共鳴を伴った音楽信号と共鳴を抑圧するための音響信号の和と、音楽信号源における音楽信号との差が最小となるように、適応FIRフィルタ13の係数を係数更新器17で更新することによって、室内の共鳴を抑圧することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 室内に音楽信号を放射する手段と、前記室内における共鳴を抑圧するための音響信号を放射する手段と、前記室内に設置され、室内に放射された共鳴を伴う音楽信号および音響信号とを検知するセンサと、前記センサの出力信号と音楽信号源からの入力信号との差を演算する演算器と、音楽信号源からの入力信号の特性を変える適応FIRフィルタと、前記演算器の出力が最小となるように前記適応FIRフィルタの係数を更新する係数更新器とを備えた音響装置。

【請求項2】 演算器に対する音楽信号源からの入力信号の特性に変化を与えるFIRフィルタを有することを特徴とする請求項1記載の音響装置。

【請求項3】 共鳴が存在する室内における共鳴周波数のサイン波を作り出すサイン波発生器と、前記サイン波発生器により作り出されたサイン波の特性を変える適応FIRフィルタと、前記室内に前記サイン波を放射する手段と、前記室内に設置されたセンサと、前記センサの室内共鳴周波数に関する出力信号が最小となるように適応FIRフィルタの係数を更新する係数更新器を備えた音響装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、室内の共鳴を抑圧するための音響装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】室内において音楽信号を放射した場合、空間の特性に基づく共鳴周波数がピークとなり、不自然な音楽信号が提供される等の問題があることから、当該室内における共鳴の抑制が必要であった。

【0003】このような共鳴を抑制する手段として、本来良質の音楽信号を得ることを目的として設計されていない空間、例えば、一般住宅の居室や空力等の制約を受ける車室内等においては、例えば、イコライザー等を有する音響装置を利用し、音楽信号の特性に変化を与えることにより、室内の共鳴抑制を図ってきた。一方、ホール等の本来良質の音楽信号を得ることを目的として設計されている空間においては、反射板やスピーカーの位置を考慮した音響装置を利用することにより共鳴の抑圧を図ってきた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の音響装置では、例えば、イコライザーを利用した場合には、位相特性が落とそうとする周波数近傍で大きく変化し、低域感がなくなる一方、低域感を残そうとすれば、共鳴が十分に抑圧されないという問題があった。また、スピーカー位置の変更等による場合には、室内に存在する人が変化するなど室内特性の短時間の変化に対応したリアルタイムの共鳴抑圧が図れないという問題があった。

【0005】本発明はこのような従来の問題を解決するものであり、本来良質の音楽信号を得ることを目的として設計されていない空間においても、音楽信号源にほぼ等しい音楽信号が提供でき、室内の特性の変化にも対応しつつ室内の共鳴を抑圧できる優れた音響装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、室内に音楽信号を放射するスピーカと、前記室内における共鳴を抑圧するための音響信号を放射するスピーカと、前記室内に放射された共鳴を伴う音楽信号および音響信号とを検知するために室内に設置されたセンサと、前記センサの出力信号と音楽信号源からの入力信号との差を計算する演算器と、入力信号の特性を変える適応FIRフィルタと、前記演算器の出力が最小となるように前記適応FIRフィルタの最適な係数を求め更新する係数更新器とを備えたものである。

【0007】また、演算器に対する音楽信号源からの入力信号の特性に変化を与えるするFIRフィルタを有することを特徴とする請求項1記載の音響装置である。

【0008】さらに、室内共鳴周波数のサイン波を作り出すサイン波発生器と、前記サイン波発生器により作り出されたサイン波の特性を変える適応FIRフィルタと、前記室内におけるサイン波を放射するスピーカと、前記室内に設置されたセンサと、前記センサの室内共鳴周波数に関する出力信号が最小となるように適応FIRフィルタの係数を更新する係数更新器を備えた音響装置である。

## 【0009】

【作用】したがって、センサへの入力信号と音楽信号源からの入力信号との差が最小となるように、適応FIRフィルタの係数を更新することにより、室内に放射されている信号が音楽信号源の音楽信号と等しい状態が創出され、室内の共鳴を抑圧することが可能となる。

【0010】また、FIRフィルタの係数を適当に選ぶことにより、当該空間にとって好ましい任意の特性に変化させられた音楽信号が演算器に入力され、室内に放射されている信号が特性に変化を与えられた音楽信号源の音楽信号と等しい状態が創出され、室内の共鳴を抑圧しつつ、当該空間にとって好ましい特性の音楽を得ることが可能となる。

【0011】さらに、室内における共鳴周波数が既知であるような場合に、適応FIRフィルタによりその振幅と位相を変化させられた当該共鳴周波数近傍の周波数であるサイン波と共に鳴を伴う音楽信号とがセンサに入力され、当該入力信号のうち抑圧したい周波数に関する信号が最小となるように係数更新器によって適応FIRフィルタの係数が更新されることにより、抑圧したい周波数の共鳴だけを簡便に抑圧することが可能となる。

## 【0012】

【実施例】図1は、第1の実施例の構成を示すものである。図1において、10は音楽信号源、11は音楽信号を増幅するアンプ、12は音楽信号を室内に放射するスピーカ、13は適応FIRフィルタ、14は室内の共鳴を抑圧するための音響信号を増幅するアンプ、15は音響信号を室内に放射するスピーカ、16はセンサ、17は適応FIRフィルタ13の係数を更新する係数更新器、18はセンサ16の出力信号と音楽信号源10からの入力信号との差を計算する演算器である。

【0013】次に、上記第1の実施例の動作について説明する。上記実施例において、音楽信号源10からの音楽信号はアンプ11により増幅され、スピーカ12により室内に放射される。室内に放射された当該音楽信号は、当該室内の特性に基づく共鳴周波数を伴うことにより、不自然な音楽信号として提供される。一方、適応FIRフィルタ13は、音楽信号源10からの音楽信号の振幅と位相を変化させることにより、室内に存在する共鳴を抑圧するための音響信号を発生させる。当該音響信号はアンプ14により増幅され、スピーカ15より室内に放射される。スピーカ15からの音響信号とスピーカ12から放射され室内において共鳴を伴う音楽信号とは、室内に設置されたセンサ16により検知される。

【0014】センサ16の出力信号、すなわち室内において存在する共鳴を伴った音楽信号と共鳴を抑圧するための音響信号の和と、音楽信号源10から入力信号、すなわち共鳴を伴わない純粹な状態での音楽信号とが、それぞれ演算器18に入力され、その差が演算器18によって計算される。係数更新器17は、音楽信号源10からの信号と演算器18の演算結果とをもとに演算器18によって計算される値が零に近づくように適応FIRフィルタ13の係数を更新し、共鳴を抑圧するための音響信号として改めて室内に放射する。当該音響信号の放射により、センサ16の出力信号と音楽信号源10からの入力信号とが等しい状態、すなわち室内に放射されている信号が音楽信号源10の音楽信号と等しい状態が創出され、室内の共鳴を抑圧することができるという効果を奏する。

【0015】図2は、第2の実施例の構成を示すものである。図2において、100は音楽信号源、101はローパスフィルタ(LPF)、102はA/D変換器、103は適応FIRフィルタ、104はD/A変換器、105はLPF、106はLPF105の出力と音楽信号源100の出力を遅延器116で遅延させた音楽信号を加算する加算器、107はアンプ、108はスピーカ、109はセンサ、110はアンプ、111はLPF、112はA/D変換器、113はセンサ109の出力信号と音楽信号源100からの入力信号との差を計算する加算器、114は加算器113の出力が最小となるように適応FIRフィルタ103の係数を更新する係数更新器、115はスピーカ108入力からA/D変換器11

2出力までの伝達関数を係数とするFIRフィルタ、116および117は音楽信号を遅延させる遅延器である。

【0016】次に上記第2の実施例の動作について説明する。上記実施例において、音楽信号源100からの音楽信号は、LPF101でカットオフ周波数(一般乗用車の場合には共鳴周波数が70Hzもしくは140Hz近傍であることから200Hz近傍が効果的である)以上の周波数成分が減衰され、A/D変換器102でデジタル信号に変換される。デジタル化された音楽信号は、適応FIRフィルタ103で振幅と位相を変えられ、D/A変換器104によってアナログ信号に変換され、LPF105によってカットオフ周波数以上の周波数成分が減衰され加算器106の一方の入力となる。加算器106のもう一方の入力は、音楽信号源100からの音楽信号を遅延器116によって適応FIRフィルタ103の遅延分遅延された信号である。加算器106の出力は、アンプ107によって増幅され、スピーカ108によって室内に出力される。

【0017】室内に放射された音楽信号は、センサ109に入力され、アンプ110によって増幅され、LPF111によってカットオフ周波数以上の周波数成分が減衰され、A/D変換器112によってデジタル信号に変換されて加算器113の一方の入力となる。加算器113のもう一方の入力は、A/D変換器102によってデジタル化され遅延器117によって適応FIRフィルタ103の遅延分と分とスピーカ108からセンサ109への到達分遅延された音楽信号である。すなわち、加算器113は、室内に放射された音楽信号と音楽信号源100からの音楽信号との差を出力する。加算器113の出力は、係数更新器114の一方の入力となる。

【0018】A/D変換器102によってデジタル化された音楽信号は、さらにスピーカ108入力からA/D変換器112出力までの伝達関数を係数とするFIRフィルタ115を通って、係数更新器114のもう一方の入力となる。係数更新器114は、加算器113の出力及びFIRフィルタ115の出力をもとに加算器113の出力が最小となるように適応FIRフィルタ103の入力信号行列を

【0019】

【数1】

X

【0020】とし、適応FIRフィルタ103の伝達関数行列を

【0021】

【数2】

W

【0022】とし、FIRフィルタ115の伝達関数行列を

【0023】

【数3】

C

【0024】とし、遅延器117の伝達関数行列を

【0025】

【数4】

K

【0026】とし、A/D変換器112の出力信号行列を

【0027】

【数5】

D

【0028】とし、加算器113の出力信号行列を

【0029】

【数6】

E

【0030】とすると、係数更新の式は、例えばFittered-X LMS (Least Mean Square) アルゴリズムでは

【0031】

【数7】

$$W_{n+1} = W_n + \mu R E$$

【0032】のように表される。ただし、 $\mu$ は収束係数であり、

【0033】

【数8】

$$R = C X$$

【0034】

【数9】

$$E = D - K X$$

【0035】である。(数7)に従って、加算器113の出力が最小となるように適応FIRフィルタ103の係数を係数更新器114によって更新し、十分に収束した状態では、A/D変換器112の出力がA/D変換器102の出力にほぼ等しくなる。すなわち、センサ109の位置において検出される信号が音楽信号源100からの信号とほぼ等しい状態が創出され、したがって、室内的共鳴を抑圧することができるという効果を有する。

【0036】なお、本実施例においては音楽信号を放射するアンプおよびスピーカを、室内における共鳴を抑圧するための音響信号を放射するアンプおよびスピーカとして共用しており、かかる構成によって省スペース化・省資源化が図られる。また、単に音楽信号を放射するのみで共鳴の抑圧を行なっていない既存の設備に対しても、図2に示す本実施例の当該音響装置120を容易に付加することが可能である。

【0037】図3は第3の実施例に関する構成を示すものである。図3は図2の実施例における、遅延器117をFIRフィルタ118にえたものであり、その他の

構成は図2と同一であるので説明を省略する。FIRフィルタ118の伝達関数行列は(数4)で示される。

【0038】FIRフィルタ118の係数を適当に選ぶことにより、音楽信号を任意の振幅と位相に変化させることができある。すなわち、加算器113の出力が最小となるように、適応FIRフィルタ103の係数が係数更新器114によって更新され、十分に収束した状態では、A/D変換器112の出力がFIRフィルタ118によって任意の振幅と位相に変更された出力にほぼ等しくなる。したがって、本実施例によって、図2の実施例と同様に室内の共鳴を抑圧しつつ、室内に放射される音楽信号の特性を任意に設定することができる。例えば、工場出荷時にあらかじめ当該空間にとって好ましいと考える特性に設定したり、あるいは当該音響装置の利用者が任意に当該空間にとって好ましいと考える特性に設定することが可能となる。

【0039】図4は第4の実施例の構成を示すものである。図4において、301は既知の1つまたは2以上の室内共鳴周波数の正弦波を生成する正弦波発生器、302は正弦波の振幅と位相を変える適応FIRフィルタ、303はD/A変換器、304はLPF、305は加算器、306はアンプ、307はスピーカ、308はセンサ、309はアンプ、310はLPF、311はA/D変換器、312は適応FIRフィルタ302の係数更新器、313はスピーカ307入力からA/D変換器311出力までの伝達関数を係数とするFIRフィルタである。

【0040】次に上記第4の実施例の動作について説明する。正弦波発生器301によって生成された正弦波は、適応FIRフィルタ302で振幅と位相を変えられ、D/A変換器303によってアナログ信号に変換され、LPF304によってカットオフ周波数以上の周波数成分が減衰され、加算器305の一方の入力となる。加算器305のもう一方の入力は音楽信号である。加算器305によって加算された2つの信号は、アンプ306によって増幅され、スピーカ307によって室内に放射される。室内に放射された信号はセンサ308に入力され、アンプ309によって増幅され、LPF310によってカットオフ周波数以上の周波数成分が減衰され、A/D変換器311によってデジタル信号に変換されて、係数更新器312の一方の入力となる。

【0041】正弦波発生器301の出力信号は、FIRフィルタ313を通った後、係数更新器312のもう一方の入力となる。係数更新器312はA/D変換器311の出力とFIRフィルタ313の出力とにより、A/D変換器311の出力が最小となるよう適応FIRフィルタ302の係数を更新する。いま、正弦波発生器301の出力を(数1)とし、適応FIRフィルタ302の伝達関数行列を(数2)とし、FIRフィルタ313の伝達関数行列を(数3)とし、A/D変換器311

の出力信号を(数6)とすると、係数更新の式は、

【0042】

【数10】

$$W_{n+1} = W_n + \mu C \times E$$

【0043】で表される。ただし、 $\mu$ は収束係数である。このように第4の実施例によれば、室内における共鳴周波数が既知であるような場合、例えば、一般の乗用車であれば70Hzや140Hz近傍であるが、かかる場合には、当該共鳴周波数近傍の周波数であるサイン波だけをサイン波発生器301によって簡便に生成することができる。また、室内に放射された共鳴を伴う音楽信号と適応FIRフィルタ302によって振幅と位相を変化させられた当該サイン波とをセンサ308により検出し、室内共鳴周波数に関する信号が最小となるように係数更新器312によって適応FIRフィルタ302の係数を変更することにより、室内に放射するサイン波の振幅と位相を変更することでき、したがって、当該共鳴周波数のみを重点的に抑圧し、室内の共鳴抑圧を効果的かつ簡便に、さらには共鳴の大きさに応じてリアルタイムに行うことができる。

【0044】なお、図4において、さらに当該室内における共鳴の周波数を検知する検知手段と、サイン波発生器において当該検知手段により検知された周波数であるサイン波を生成しうる制御手段とを設けることにより、室内の特性が変化した場合、例えば、室内における人数が変化した場合などであっても、当該変化に伴い変化した共鳴周波数に対応してサイン波を発生させられるため、より効果的な共鳴抑制を行うことが可能となる。

【0045】

【発明の効果】以上より明かなように、第1の発明によれば、室内のセンサで検出される音楽信号と音楽信号源における音楽信号との差を、最小とするように適応FIRフィルタの係数を係数更新器で更新するため、室内の共鳴を抑圧し、音楽信号源にほぼ等しい音楽信号を室内に提供できるという効果を有する。

【0046】また、第2の発明によれば、FIRフィルタの係数を適当に選べることにより、室内の共鳴を抑制しつつ、当該空間にとって好ましい特性の音楽信号を任意に得られるという効果を有する。

【0047】さらに、第3の発明によれば、抑圧したい周波数の共鳴だけを重点的、効果的、かつ簡便に抑圧しうるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例における音響装置の概略ブロック図

【図2】第2の実施例における音響装置の概略ブロック図

【図3】第3の実施例における音響装置の概略ブロック図

【図4】第4の実施例における音響装置の概略ブロック図

【符号の説明】

10 10 音楽信号源

12 12 スピーカ

13 13 適応FIRフィルタ

15 15 スピーカ

16 16 センサ

17 17 係数更新器

18 18 演算器

20 100 音楽信号源

103 103 適応FIRフィルタ

108 108 スピーカ

109 109 センサ

113 113 加算器

30 114 114 係数更新器

118 118 FIRフィルタ

301 301 サイン波発生器

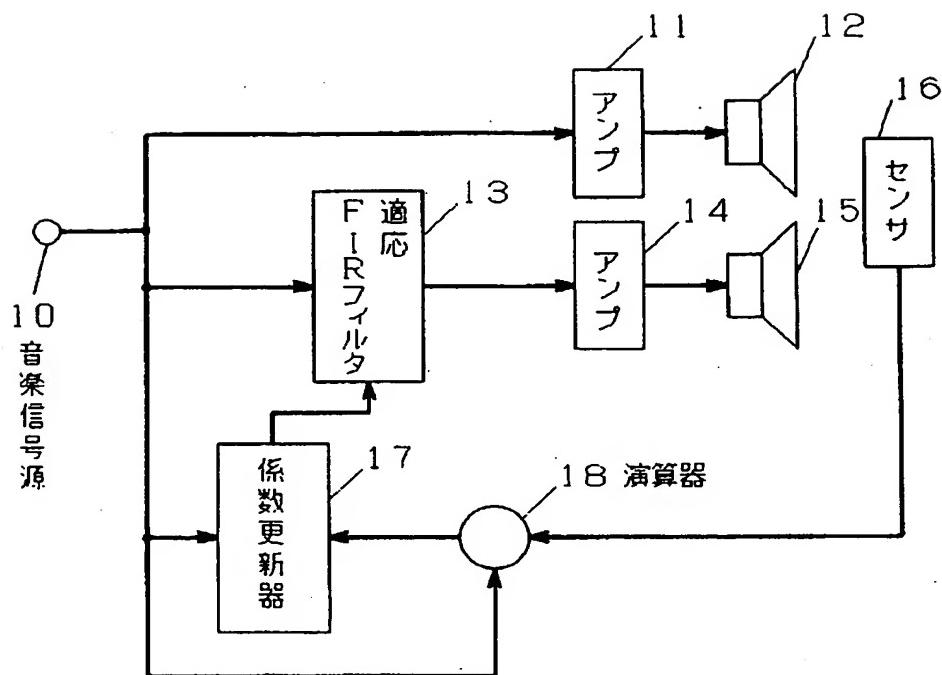
302 302 適応FIRフィルタ

307 307 スピーカ

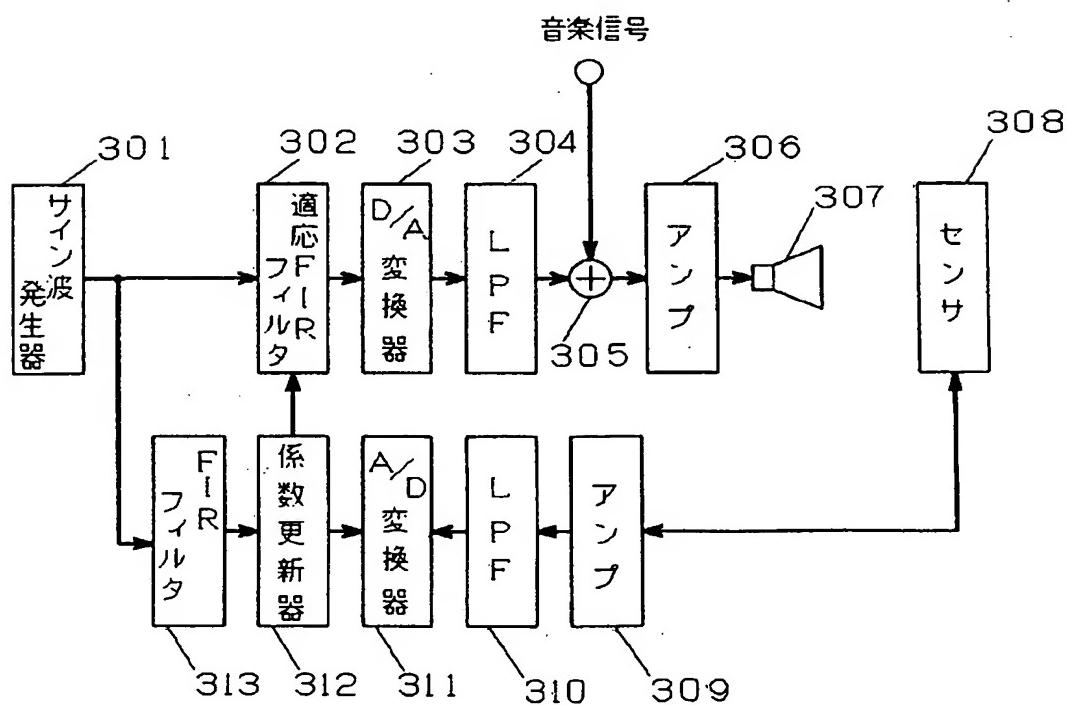
308 308 センサ

312 312 係数更新器

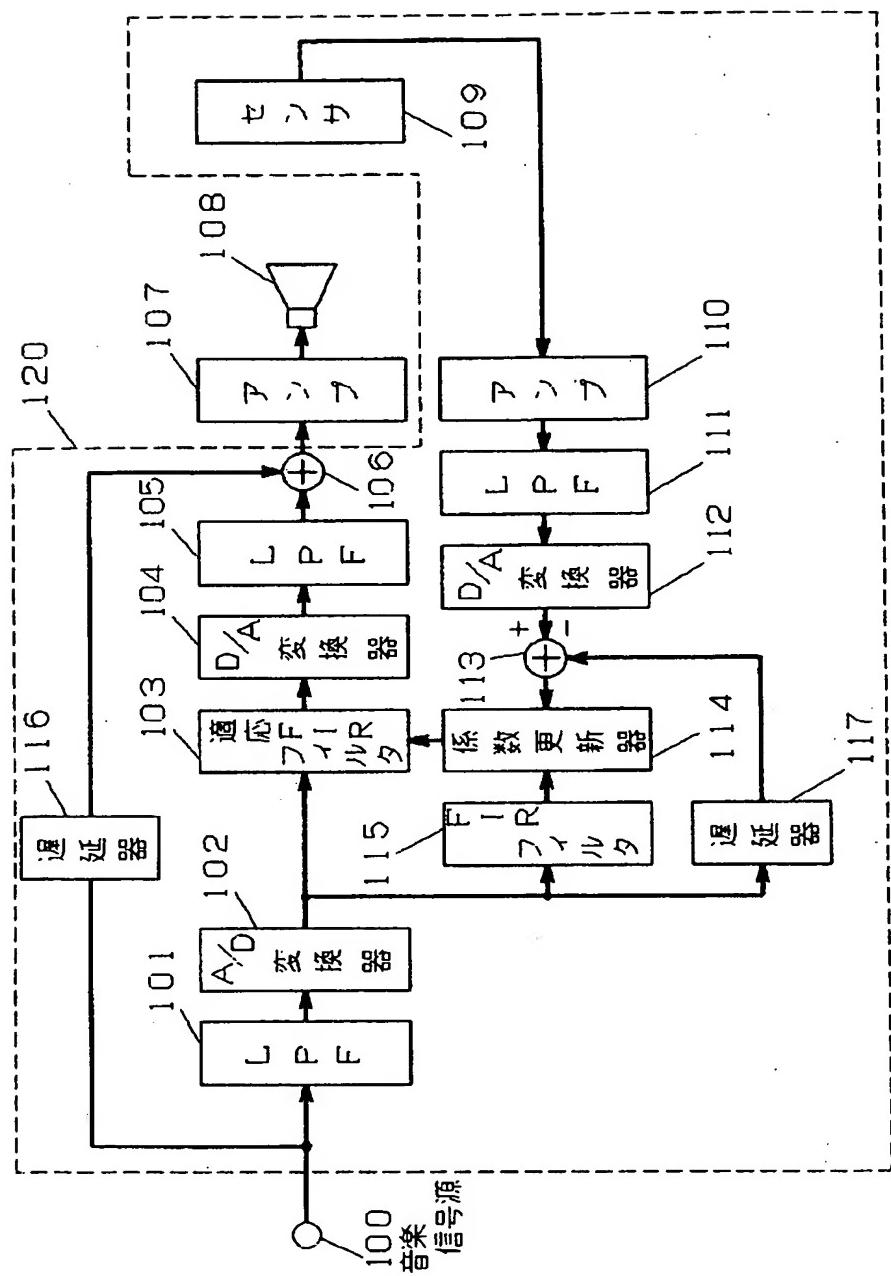
【図1】



【図4】



【図2】



【図3】

